

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

541327

(43) 国際公開日
2004 年 8 月 12 日 (12.08.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/068673 A2

- (51) 国際特許分類⁷: H02K
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/000452
(22) 国際出願日: 2004 年 1 月 21 日 (21.01.2004)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2003-018854 2003 年 1 月 28 日 (28.01.2003) JP
特願2003-023179 2003 年 1 月 31 日 (31.01.2003) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 本田技研工業株式会社 (HONDA MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1078556 東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 清水 治彦 (SHIMIZU, Haruhiko) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光

市中央一丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 喜多 晃義 (KITA, Teruyoshi) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央一丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 東 孝之 (HIGASHI, Takayuki) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央一丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 室賀 茂樹 (MUROGA, Shigeki) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央一丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).

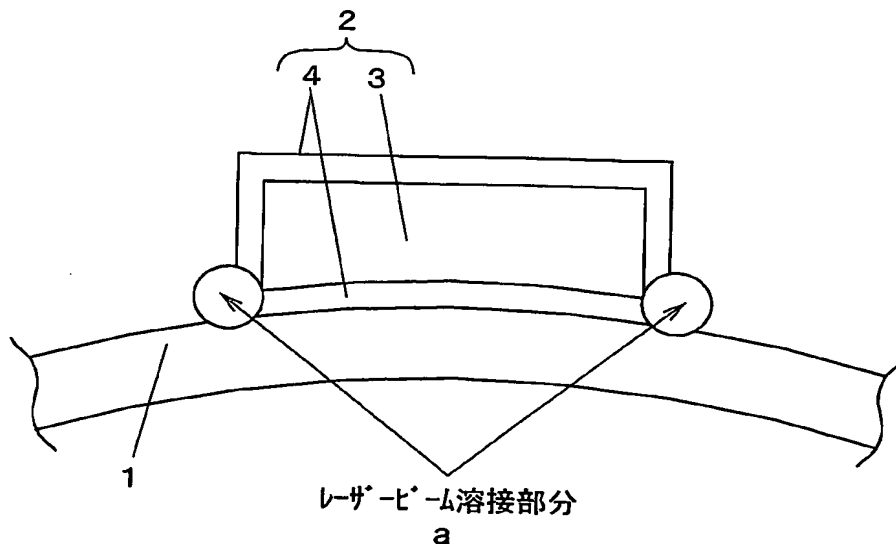
(74) 代理人: 末成 幹生 (SUENARI, Mikio); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目 6 番 13 号 アサコ京橋ビル 3 階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,

[続葉有]

(54) Title: ROTOR FOR PERMANENT MAGNET MOTOR

(54) 発明の名称: 永久磁石式モータ用ロータ



a...LASER BEAM WELDED PORTIONS

(57) Abstract: A permanent magnet (3) is welded to a rotor yoke (1) by beam welding, with a metal film (4) interposed therebetween. The portion of the metal film (4) to which a vacuum beam or a laser beam is applied is melted and serves as a brazing filler material of the welding. Thus, the joint between the permanent magnet (3) and the rotor yoke (1) is strengthened. It is unnecessary to embed the permanent magnet (3) in the rotor yoke (1) and to use any adhesive of a polymer. Therefore, the cost can be reduced.

[続葉有]



LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書なし；報告書を受け取り次第公開される。

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 永久磁石3とロータヨーク1との間に金属膜4を介在させ、ビーム溶接により接合を行う。永久磁石3とロータヨーク1との間に金属膜4を介在させることで、真空ビームやレーザービーム等により、ビーム照射部分の金属膜4が溶解して、溶接におけるろう材の役割を担うことから、永久磁石3とロータヨーク1との間の接合が強固なものとなる。また、永久磁石3をロータヨーク1に埋め込む必要がなく、また高分子材料からなる接着剤を使用する必要もないので、コスト削減を図ることもできる。

明 細 書

永久磁石式モータ用ロータ

技術分野

本発明は、永久磁石式モータ用ロータに係り、特に、ロータヨークと永久磁石との間の接合強度等を向上させたロータに関する。

背景技術

自動車等の動力源として使用される永久磁石式モータに用いられるロータにおいては、その耐久性、コスト、磁気効率、熱ひけ性、およびロータヨークと永久磁石との間の接合強度等についての性能を目的に応じて実現すべく、種々の技術が提案されている。

このような永久磁石式モータ用ロータには、例えば、永久磁石をロータヨークに埋め込んで耐久性等の向上を図った技術が提案されている（例えば、特開平6-38415号公報参照）。また、ロータヨークと永久磁石との接合に焼結接合を用いて、磁気効率や熱ひけ性の向上を図った技術も提案されている（例えば、特開平7-177712号公報参照）。さらに、上記接合に高分子材料による接着技術を用いて、コストやロータヨークと永久磁石と間の接合強度の向上を図った技術も提案されている（例えば、特開2002-272033号公報参照）。

しかしながら、上記特開平6-38415号公報に記載されたロータは、ロータヨークを永久磁石で挟み込んで半径方向に二重にすることからコストが割高となるとともに、永久磁石がロータ表面に露出していないことからロータとステータとのエアギャップに基づく磁気効率が低いという欠点がある。また、上記特開平7-177712号公報に記載されたロータは、粉末冶金手段に用いる製造設備によってコストが割高となるとともに、接着媒体を用いない焼結接合を採用したことにより、高温・高速回転での接合強度やサーマルショックを含めた耐久性が低く、しかもロータヨークを積層体とする場合には粉末冶金法が適用できないことから製造不可能であるという欠点がある。さらに、上記特開2002-2

7 2 0 3 3 号公報に記載されたロータは、ロータ使用時の温度下において、高分子材料からなる接着剤の軟化により耐久性が劣化するとともに、永久磁石の接着剤は金属膜に比べて熱伝導率が低く、ロータ側に熱が逃げていけないため、永久磁石からロータヨークへの熱ひけ性が低い等の欠点もある。しかも、上記特開 2 0 0 2 - 2 7 2 0 3 3 号公報に記載されたロータは、高分子材料からなる接着剤を使用することにより、ロータとステータとのエアギャップに基づく磁気効率や永久磁石とロータヨークとの間の介在物ギャップに基づく磁気効率が低いという欠点もある。

したがって、近年においては、耐久性、コスト、ロータとステータとのエアギャップに基づく磁気効率、永久磁石とロータヨークとの間の介在物ギャップに基づく磁気効率、熱ひけ性、およびロータヨークと永久磁石との間の接合強度に関する全ての性能が、高いレベルで好適に実現される永久磁石式モータ用ロータの開発技術が要請されていた。

発明の開示

本発明は、このような要請に鑑みてなされたものであり、上記耐久性等の種々の性能が高いレベルで好適に実現される永久磁石式モータ用ロータを提供することを目的としている。

本発明の永久磁石式モータ用ロータは、永久磁石をロータヨーク表面に接合してなり、上記永久磁石と上記ロータヨークとの間に金属膜を介在させ、ビーム溶接により接合を行うことを特徴としている。

本発明の永久磁石式モータ用ロータでは、永久磁石とロータヨークとの間に金属膜を介在させることで、真空ビームやレーザービーム等により、ビーム照射部分の金属膜が溶解して、溶接におけるろう材の役割を担うことから、永久磁石とロータヨークとの間の接合が強固なものとなる。このため、高温・高速回転での接合強度やサーマルショックを含めた耐久性を向上させることができる。また、通常鉄系材料からなるロータヨークと金属膜（例えば、銅）との間の熱膨張係数の差が小さく、金属膜自体が変形することで、金属膜が永久磁石とロータヨークの間において緩衝剤の役割を果たし、大幅な温度変化の下でのロータヨークの膨

張と収縮とを吸収し、冷熱耐久性を向上させることができる。

また、本発明の永久磁石式モータ用ロータでは、上記特開平6-38415号公報に記載したロータのように、永久磁石をロータに埋め込む必要がなく、また上記特開2002-272033号公報に記載したロータのように高分子材料からなる接着剤を使用する必要もないので、コスト削減を図ることもできる。なお、高分子材料からなる接着剤を使用しないことから、接着時に悪臭が発生することもなく、しかも塗布などの工程も必要ないので、作業性に優れるという利点もある。

さらに、本発明の永久磁石式モータ用ロータでは、永久磁石がロータ表面に露出していることから、ロータとステータとのエアギャップに基づく磁気効率が高く、また高分子からなる接着剤を使用する場合に比して、永久磁石とロータヨークとの間に介在させる金属膜の厚さをメッキや溶射等により薄くすることができることから、永久磁石とロータヨークとの間の介在物ギャップに基づく磁気効率が低いという利点もある。なお、永久磁石とロータヨークとの接合にビーム溶接を用いることで、溶接時に発生する熱は永久磁石とロータヨークとの接合界面の極微小領域にしか加わらないため、永久磁石自身の磁気特性の劣化も生じない。

しかも、本発明の永久磁石式モータ用ロータでは、使用時に永久磁石に渦電流が発生した場合でも、永久磁石とロータヨークとの間に介在した金属膜の熱伝導率が大きく、永久磁石からロータヨークへの熱ひけ性が高いため、安定した使用を実現することができる。また、粉末冶金法を採用しないため、ロータを積層構造とする場合にも製造することができる。

以上を示したように、本発明の永久磁石式モータ用ロータによれば、耐久性、コスト、ロータとステータとのエアギャップに基づく磁気効率、永久磁石とロータヨークとの間の介在物ギャップに基づく磁気効率、熱ひけ性、およびロータヨークと永久磁石との間の接合強度に関する全ての性能が、高いレベルで好適に実現される。

このような永久磁石式モータ用ロータにおいては、上記金属膜を永久磁石表面に形成することが望ましい。本発明によれば、永久磁石をロータヨークにビーム溶接する前に、真空蒸着法やスパッタリング法等に比して安価かつ簡易に永久磁

石表面全体を金属膜で予め覆うことができ、永久磁石の腐食や磁石表面の破損を効果的に防止することができる。

また、このような永久磁石式モータ用ロータにおいては、上記金属膜の厚さが25～90 μm であることが望ましい。

このような本発明の永久磁石式モータ用ロータでは、金属膜の厚さを25 μm 以上としているため、上記のような強固な接合を十分に実効あるものとすることができる。しかも、本発明では、金属膜の厚さを90 μm 以下としていることから、金属膜を過剰に使用することがなく、この観点からもコスト削減を十分に図ることができる。

さらに、このような永久磁石式モータ用ロータにおいては、上記金属膜が、ニッケルまたは銅のうちの少なくとも一種類を含む膜であることを特徴とすることが望ましい。本発明によれば、耐食性に優れるニッケルまたは熱伝導性に優れる銅を金属膜に含ませることにより、永久磁石の耐食性または永久磁石からロータヨークへの熱ひけ性の少なくとも一方を向上させることができる。なお、ニッケルや銅は単体で用いることができることは勿論、ニッケルと銅とを別個の層として金属膜を2層とすることもできる。また、ニッケルと銅とからなる合金を金属膜とすることもできる。

加えて、このような永久磁石式モータ用ロータにおいては、ロータヨークが積層ロータヨークであることが望ましい。このような構成を採用することで、ピーム溶接時に金属膜が溶解した際に、通常円板状のチップが積層されたロータヨークのチップ同士の間隙に熔融金属膜が幾分浸入するため、永久磁石とロータヨークとの接合がより強固なものとなり、高温・高速回転での接合強度やサーマルショックを含めた耐久性をさらに向上させることができる。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明の第1実施形態に係る永久磁石式モータ用ロータに使用するロータヨークの製造例を示す斜視図である。

第2図は、本発明の第1実施形態に係る永久磁石式モータ用ロータの製造例を示す斜視図である。

第3図は、本発明の第1実施形態に係るメッキ付き永久磁石とロータヨークとの接合態様を示す平面図である。

第4図は、(A)は、図3に示したメッキ付き永久磁石とロータヨークとの間のビーム溶接態様の一の例を示す斜視図であり、(B)は、図3に示したメッキ付き永久磁石とロータヨークとの間のビーム溶接態様の他の例を示す斜視図である。

第5図は、本発明の第2実施形態に係るメッキ付き永久磁石とロータヨークとの接合態様を示す平面図である。

第6図は、(A)は、ロータヨーク材とメッキ付き永久磁石とをレーザービーム溶接により接着する一態様を示す斜視図であり、(B)は、ロータヨーク材と永久磁石とをエポキシ接着剤を塗布して接着する一態様を示す斜視図であり、(C)は、(A)または(B)の態様により接着されたロータヨークと(メッキ付き)永久磁石とに対して引張りせん断試験を実施する際の斜視図である。

第7図は、実施例1、ならびに比較例1および比較例2の評価結果を示すグラフである。

第8図は、実施例3～7および比較例4、5についての、引張りせん断試験の結果を示すグラフである。

第9図は、実施例8～13についての、引張りせん断試験の結果を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

(1) 第1実施形態

以下に、本発明の永久磁石式モータ用ロータの製造例を図面を参照して説明する。

本発明の永久磁石式モータ用ロータを製造する際には、図1に示すように、鉄系材料からなる複数枚の円板状チップを順次積層してロータヨーク1を成形する。次いで、図2に示すように、永久磁石の全面に予め銅メッキを施した銅メッキ付き永久磁石2をロータヨーク1の周面に所定数(同図においては4つ)接合する。

図3は、図2に示したロータヨーク1と銅メッキ付き永久磁石2との接合部分

を示す平面図である。上述したように、銅メッキ付き永久磁石 2 は Nd - Fe - B 系の希土類磁石からなる永久磁石 3 の全面に銅メッキ膜 4 が予め被覆されたものであり、この銅メッキ付き永久磁石 2 が、図 3 に示すように、ロータヨーク 1 の周面に配置され、次いでレーザービームによる溶接が施される。

図 4 (A) は、図 3 に示したロータヨーク 1 と銅メッキ付き永久磁石 2 との間のビーム溶接態様の一の例を示す斜視図である。同図に示す例によれば、レーザービームによる溶接箇所はロータヨーク 1 と銅メッキ付き永久磁石 2 との接触面の外周の一部（図中の波線部）である。これに対し、図 4 (B) は、図 3 に示したロータヨーク 1 と銅メッキ付き永久磁石 2 との間のビーム溶接態様の他の例を示す斜視図である。同図に示す例によれば、レーザービームによる溶接箇所はロータヨーク 1 と銅メッキ付き永久磁石 2 との接触面の外周の全体（図中の波線部）である。

図 3 および図 4 (A), (B) に示した接合態様にしたが、レーザービーム溶接を行った場合には、ビーム照射部分の銅メッキ膜 4 が溶解して、銅メッキ膜 4 が溶接におけるろう材の役割を担うことから、図 3 においてロータヨーク 1 と永久磁石 3 との間の接合が強固なものとなる。このため、高温・高速回転での接合強度やサーマルショックを含めた耐久性を向上させることができる。特に、図 4 (B) に示すように、レーザービームによる溶接箇所をロータヨーク 1 と銅メッキ付き永久磁石 2 との接触面の外周の全体とした場合には、上記接合がより強固なものとなり、耐久性をより向上させることができる。また、図 3 において、鉄系材料からなるロータヨーク 1 と銅メッキ膜 4 との間の熱膨張係数の差が小さく、銅メッキ膜 4 自体が変形して緩衝するので、銅メッキ膜 4 がロータヨーク 1 と永久磁石 3 との間において緩衝剤の役割を果たし、大幅な温度変化の下でのロータヨーク 1 の弾性変形を防止し、冷熱耐久性を向上させることができる。

また、図 3 および図 4 (A), (B) に示した磁石式モータ用ロータでは、銅メッキ付き永久磁石 2 をロータヨーク 1 に埋め込む構造としておらず、また高分子材料からなる接着剤を使用する構造でもないもので、コスト削減を図ることできる。さらに、銅メッキ付き永久磁石 2 がロータヨーク 1 の表面に露出していることから、ロータとステータとのエアギャップに基づく磁気効率が高く、しか

も高分子からなる接着剤を使用する場合に比して、ロータヨーク 1 と永久磁石 3 との間に介在させる銅メッキ膜 4 の厚さが極めて薄いことから、ロータヨーク 1 と永久磁石 3 との間の介在物ギャップに基づく磁気効率が高いという利点もある。

さらに、図 3 および図 4 (A), (B) に示した永久磁石式モータ用ロータでは、使用時に永久磁石 3 に渦電流が発生した場合でも、ロータヨーク 1 と永久磁石 3 との間に介在した銅メッキ膜 4 の熱伝導率が大きいため、永久磁石 3 からロータヨーク 1 への熱ひけ性が高く、安定した使用が実現される。

(2) 第 2 実施形態

図 5 を参照して本発明の第 2 実施形態の永久磁石式モータ用ロータの製造例を説明する。図 5 は、図 2 に示したロータヨーク 1 とメッキ付き永久磁石 2 との接合部分をより詳細に示す平面図である。なお、第 2 実施形態では、第 1 実施形態と同様な構成要素には同符号を付して、その構成・作用の説明は省略する。

第 2 実施形態では、メッキ付き永久磁石 2 は、Nd-Fe-B 系の希土類磁石からなる永久磁石 3 の全面に厚さ $30\text{ }\mu\text{m}$ の銅メッキ膜 4 が被覆され、その外周に厚さ $30\text{ }\mu\text{m}$ のニッケルメッキ膜 5 がさらに被覆されたものである。図 5 に示すように、ニッケルの優れた耐食性を十分に発揮させるためには、ニッケルメッキ膜 5 を銅メッキ膜の外側に被覆することが好ましい。このように成形されたメッキ付き永久磁石 2 は、図 5 に示すように、ロータヨーク 1 の周面に配置され、次いでレーザービームによる溶接が施される。

図 4 (A), (B) および図 5 に示した接合態様にしたが、第 1 実施形態と同様にレーザービーム溶接を行った場合には、ビーム照射部分の銅メッキ膜 4 およびニッケルメッキ膜 5 が溶解して、両メッキ膜 4, 5 が溶接におけるろう材の役割を担うことから、図 5 においてロータヨーク 1 と永久磁石 3 との間の接合が強固なものとなる。特に、図 5 に示すロータにおいては、銅メッキ膜 4 とニッケルメッキ膜 5 との全厚さを $25\text{ }\mu\text{m}$ 以上としているため、このような強固な接合を十分に実効あるものとすることができる。なお、第 2 実施形態では、メッキ膜を銅メッキ膜 4 およびニッケルメッキ膜 5 の 2 層としていることから、銅の有する優れた熱伝導性と、ニッケルの有する優れた耐食性とを兼ね備えることができる。

また、図4（A）、（B）および図5に示した磁石式モータ用ロータでは、メッキ付き永久磁石2をロータヨーク1に埋め込む構造としておらず、また高分子材料からなる接着剤を使用する構造ともしないで、コスト削減を図ることもできる。しかも、図5に示すロータでは、銅メッキ膜4とニッケルメッキ膜5との全厚さを $90\mu\text{m}$ 以下としているため、金属膜を過剰に使用することがなく、この観点からもコスト削減を十分に図ることができる。

さらに、図4（A）、（B）および図5に示した永久磁石式モータ用ロータでは、使用時に永久磁石3に渦電流が発生した場合でも、ロータヨーク1と永久磁石3との間に介在した銅メッキ膜4およびニッケルメッキ膜5の熱伝導率が大きいため、永久磁石3からロータヨーク1への熱ひけ性が高く、安定した使用が実現される。

実施例

以下に、本発明の永久磁石式モータ用ロータについて、その各種性能評価を行った結果を示す。各種性能試験は、図3および図4（A）、あるいは図4（A）および図5に示した接合態様にしたが、い製造した永久磁石式モータ用ロータを想定して実施した。永久磁石にはNd-F e-B系の希土類磁石を用いるとともに、永久磁石の全面には銅メッキまたはニッケルメッキの少なくとも一方を施し、ロータヨーク材は鉄系材料から成形した。

なお、本願発明の目的は、上述したとおり、耐久性、コスト、ロータとステータとのエアギャップに基づく磁気効率、永久磁石とロータヨークとの間の介在物ギャップに基づく磁気効率、熱ひけ性、およびロータヨークと永久磁石との間の接合強度に関する全ての性能を高いレベルで好適に実現することであるため、これら全ての性能についての評価試験を行うことが望ましい。しかしながら、本願発明にかかる永久磁石式モータ用ロータについては、永久磁石をロータに埋め込む態様を採用せず、しかも上記接着剤を使用していないので、コスト削減は明らかに図られている。また、上記接着剤を使用していないので、ロータとステータとのエアギャップに基づく磁気効率や永久磁石とロータヨークとの間の介在物ギャップに基づく磁気効率に優れることも明らかである。さらに、ロータヨー

クと永久磁石との接着媒体として上記接着剤を使用せずに金属膜を使用していることことから、永久磁石からロータヨークへの熱ひけ性についても優れることが推測される。したがって、以下の実施例では、上記各性能を除いた性能、すなわち、ロータヨークと永久磁石との間の接合強度についての種々の評価試験結果を示す。なお、高温・高速回転での接合強度やサーマルショックを含めた耐久性については、上記ロータヨークと永久磁石との間の接合強度の結果から推定することができる。

(A) 接着媒体に金属膜を使用した場合と、エポキシ樹脂を使用した場合とにおける接合強度の比較

[実施例 1]

鉄系材料からなるロータヨーク材 11 と、Nd-Fe-B 系の希土類磁石の全面に厚さ 50 μ m の銅メッキを施したメッキ付き永久磁石 12 とを用意し、これらを図 6 (A) に示すように接触させた状態で、ロータヨーク 11 とメッキ付き永久磁石 12 との接触面の外周辺の一部（同図の波線部分）にレーザービーム溶接を施した。次いで、図 6 (C) に示すように、接合されたロータヨーク 11 とメッキ付き永久磁石 12 とに対して、JIS K 6850 に準拠した引張りせん断試験を実施した。なお、試験装置は、島津製作所製「高温槽付きオートグラフ AG-5000」を用い、引張りせん断試験は、-20℃、25℃、140℃、200℃の各温度にて行い、引張り速度は 5 mm/min とした。

[比較例 1]

鉄系材料からなるロータヨーク材 13 と、Nd-Fe-B 系の希土類磁石からなる永久磁石 14 とを用意し、これらを図 6 (B) に示すように、接触面全体にエポキシ接着剤（ブレニー技研製「GM8300」）を 80 μ m の厚さに塗布して接着した。次いで、実施例 1 と同様に、接合されたロータヨーク 13 と永久磁石 14 とに対して、JIS K 6850 に準拠した引張りせん断試験を実施した。なお、各試験条件については、実施例 1 と同様とした。

[比較例 2]

鉄系材料からなるロータヨーク材 13 と、Nd-Fe-B 系の希土類磁石からなる永久磁石 14 とを用意し、これらを図 6 (B) に示すように、接触面全体に

エポキシ接着剤（コニシ株式会社製「ボンドEセット」）を $80\mu\text{m}$ の厚さに塗布して接着した。次いで、実施例1と同様に、接合されたロータヨーク13と永久磁石14に対して、JIS K 6850に準拠した引張りせん断試験を実施した。なお、各試験条件については、実施例1と同様とした。以上、実施例1および比較例1、2についての評価試験結果を図7に示す。

図7によれば、実施例1では、 -20°C から 200°C まで、ほぼ同じ強度が得られることが判る。よって、実施例1に相当するロータは、その使用時の全温度領域において安定して使用することができる。これに対し、比較例1では、低温側では十分な接合強度が得られるものの、高温側では接合強度が著しく低下することが判る。よって、比較例1に相当するロータは、その使用時の高温領域においては安定して使用することができない。また、比較例2では、低温側および高温側の双方で、十分な接合強度が得られないことが判る。よって、比較例2に相当するロータは、その使用時の全温度領域において安定して使用することができない。なお、高温・高速回転での接合強度やサーマルショックを含めた耐久性については、上記ロータヨークと永久磁石との間の接合強度の結果を考慮すれば、実施例1については優れており、各比較例については不良であることが推定される。

(B) 永久磁石からロータヨークへの熱ひけ性

永久磁石からロータヨークへの熱ひけ性については、ロータ全体の熱伝導率が問題となるため、この熱伝導率について調査した。

[実施例2]

鉄系材料からなるロータヨーク材11と、Nd-Fe-B系の希土類磁石の全面に銅メッキが施されたメッキ付き永久磁石12とを用意し、これらを図6(A)に示すように接触させた状態で、ロータヨーク11とメッキ付き永久磁石12との接触面の外周辺の一部（同図の波線部分）にレーザービーム溶接を施した。次いで、同図における接合部分における熱伝導率をJIS R 1611に準拠したレーザーフラッシュ法により測定した。

[比較例3]

鉄系材料からなるロータヨーク材13と、Nd-Fe-B系の希土類磁石から

なる永久磁石 14 とを用意し、これらを図 6 (B) に示すように、接触面全体にエポキシ接着剤（ブレニー技研製「GM8300」）を塗布して接着した。次いで、同図における接合部分における熱伝導率を J I S R 1611 に準拠したレーザーフラッシュ法により測定した。

上記熱伝導率測定の結果、実施例 2 では、熱伝導率が $50 \sim 400 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ と高い値を示した。これは、永久磁石とロータヨークとの間に銅メッキ膜を介在させたことにより、金属同士の接触部分が存在するためである。したがって、実施例 2 では優れた熱ひけ性の実現される。一方、比較例 3 では、熱伝導率が $0.1 \sim 0.9 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ と著しく低いものとなった。これは、永久磁石とロータヨークとの間にエポキシ樹脂を介在させたことにより、樹脂部分において熱が滞留し、優れた熱伝導性の実現されないためである。したがって、比較例 3 では優れた熱ひけ性の実現されない。

(C) 金属膜を銅メッキ膜から構成し、銅メッキ膜の膜厚を変化させた場合の接合強度

[実施例 3 ～ 7]

鉄系材料からなるロータヨーク（外径 170 mm、厚さ 55 mm）に、Nd-Fe-B 系の希土類磁石からなる永久磁石を銅メッキ（膜厚 $30 \mu\text{m}$ （実施例 3）、膜厚 $40 \mu\text{m}$ （実施例 4）、膜厚 $50 \mu\text{m}$ （実施例 5）、膜厚 $60 \mu\text{m}$ （実施例 6）、膜厚 $80 \mu\text{m}$ （実施例 7））した各メッキ付き永久磁石をレーザービーム溶接により接合してロータをそれぞれ製造した。次いで、各ロータにおいて、接合されたロータヨークと永久磁石とに対し、J I S K 6850 に準拠した引張りせん断試験を実施した。なお、各試験条件については、実施例 1 と同様とした。なお、引張りせん断試験実施温度は、 200°C とした。さらに、各ロータを 8000 rpm で 30 分回転させ、永久磁石のロータヨークからの離脱について調査した。

[比較例 4, 5]

鉄系材料からなるロータヨーク（外径 170 mm、厚さ 55 mm）に、Nd-Fe-B 系の希土類磁石からなる永久磁石を銅メッキ（膜厚 $20 \mu\text{m}$ （比較例 4）、膜厚 $100 \mu\text{m}$ （比較例 5））した各メッキ付き永久磁石をレーザービーム

溶接により接合してロータをそれぞれ製造した。次いで、各ロータにおいて、接合されたロータヨークと永久磁石とに対し、J I S K 6 8 5 0 に準拠した引張りせん断試験を実施した。なお、各試験条件については、実施例 1 と同様とした。なお、引張りせん断試験実施温度は、2 0 0 ℃とした。さらに、各ロータを 8 0 0 0 r p m で 3 0 分回転させ、永久磁石のロータヨークからの離脱について調査した。

図 8 は、実施例 3 ～ 7 および比較例 4, 5 についての、引張りせん断試験の結果を示すグラフである。同図に示すところのよれば、実施例 3 ～ 7 については、銅メッキの膜厚の増大に伴い、接合強度が高められていることから、製造コストの観点から好適な例であるといえる。また実施 3 ～ 7 については、上記のようにロータを回転させても永久磁石のロータヨークからの離脱は生じなかったため、使用に耐え得る十分な接合強度が得られていることも確認された。

これに対し、比較例 4 については、上記のようにロータを回転させた場合、永久磁石のロータヨークからの離脱が生じたため、使用に耐え得る十分な接合強度が得られていないことから、好適な例とはいえない。また比較例 5 については、図 8 に示すように、実施例 7 に比して銅メッキの膜厚を増大させているにもかかわらず、接合強度が高められていないので、製造コストの観点から好適な例であるとはいえない。以上示したとおり、実施例 3 ～ 7 および比較例 4, 5 についての接合強度等の調査結果から、金属膜厚の好適な範囲は、本願の請求項 3 に記載したように、2 5 ～ 9 0 μ m であるといえる。

(D) 金属膜を銅メッキ膜とニッケルメッキ膜との少なくとも一方から構成し、全メッキ膜の厚みを一定とするとともに、各メッキ膜の膜厚を変化させた場合の接合強度

[実施例 8 ～ 1 3]

鉄系材料からなるロータヨーク（外径 1 7 0 mm、厚さ 5 5 mm）に、N d - F e - B 系の希土類磁石からなる永久磁石を銅メッキし（膜厚 5 0 μ m（実施例 8）、膜厚 4 0 μ m（実施例 9）、膜厚 3 0 μ m（実施例 1 0）、膜厚 2 0 μ m（実施例 1 1）、膜厚 1 0 μ m（実施例 1 2）、膜厚 0 μ m（実施例 1 3））、その上からニッケルメッキをさらに施した（膜厚 0 μ m（実施例 8）、膜厚 1 0

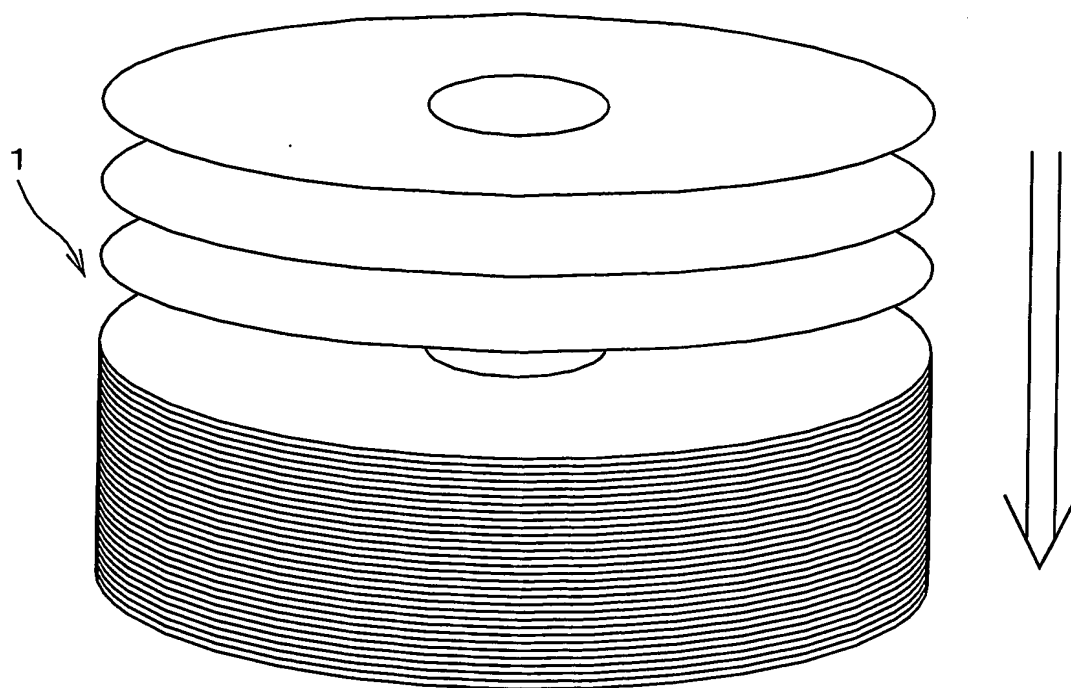
μm （実施例 9）、膜厚 $20\mu\text{m}$ （実施例 10）、膜厚 $30\mu\text{m}$ （実施例 11）、膜厚 $40\mu\text{m}$ （実施例 12）、膜厚 $50\mu\text{m}$ （実施例 13）各メッキ付き永久磁石をレーザービーム溶接により接合して各ロータを製造した。次いで、各ロータにおいて、接合されたロータヨークと永久磁石とに対し、JIS K 6850 に準拠した引張りせん断試験を実施した。その結果を図 9 に示す。

図 9 によれば、実施例 8 ～ 13 のいずれの例においても、図 8 から推測して、使用に耐え得る好適な接合強度が得られていることが判る。また、銅メッキとニッケルメッキとの膜厚を変化させても、全体の金属膜厚が一定であれば、接合強度にはほとんど影響がないことが判る。

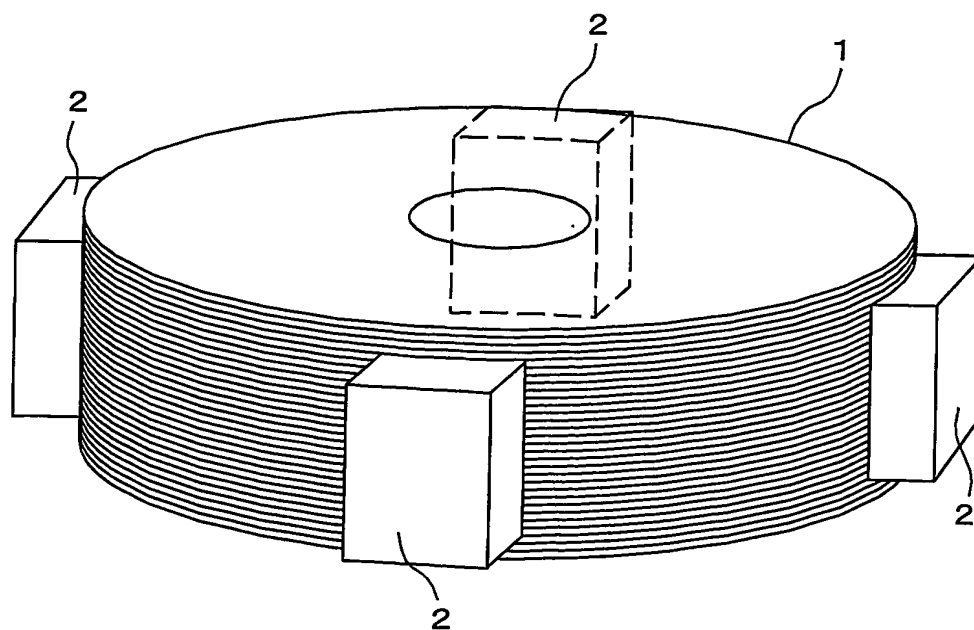
請 求 の 範 囲

1. 永久磁石をロータヨーク表面に接合してなる永久磁石式モータ用ロータにおいて、前記永久磁石と前記ロータヨークとの間に金属膜を介在させ、ビーム溶接により接合を行うことを特徴とする永久磁石式モータ用ロータ。
2. 前記金属膜を永久磁石表面に形成することを特徴とする請求項1に記載の永久磁石式モータ用ロータ。
3. 前記金属膜の厚さが25～90 μm であることを特徴とする請求項1または2に記載の永久磁石式モータ用ロータ。
4. 前記金属膜が、ニッケルまたは銅のうちの少なくとも一種類を含む膜であることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の永久磁石式モータ用ロータ。
5. 前記金属膜は、銅からなる銅膜とニッケルからなるニッケル膜とから構成されていることを特徴とする請求項4に記載の永久磁石式モータ用ロータ。
6. 前記ロータヨークが積層ロータヨークであることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の永久磁石式モータ用ロータ。

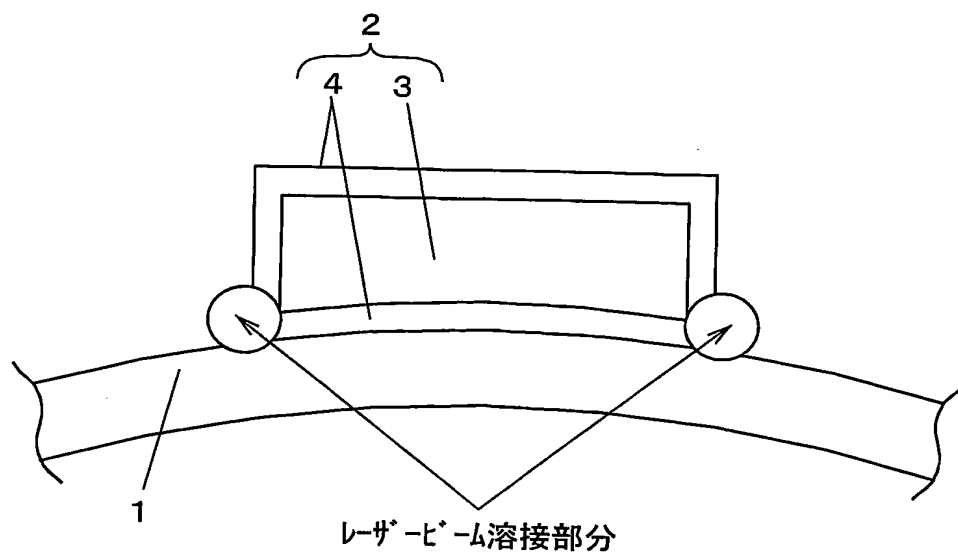
第 1 図



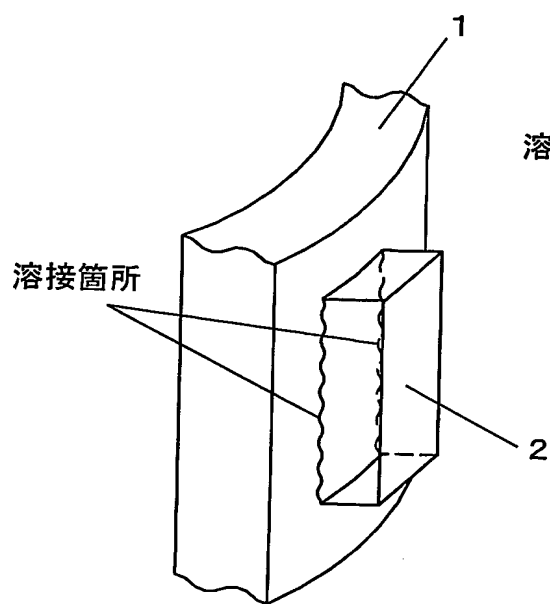
第 2 図



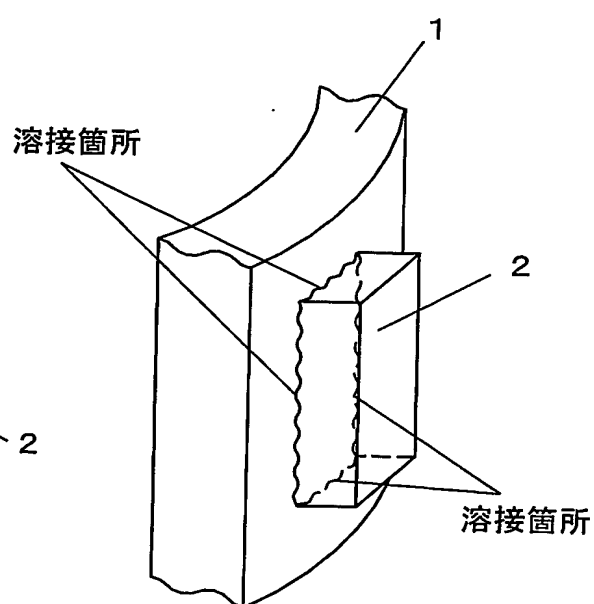
第3図



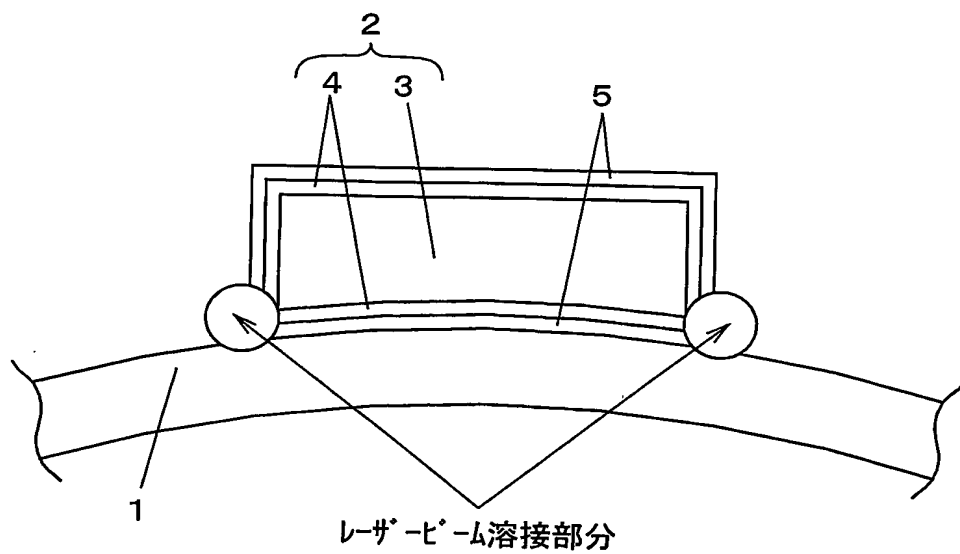
第4図A



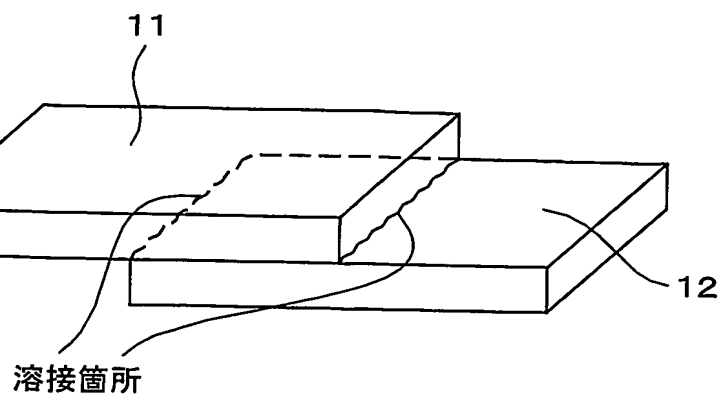
第4図B



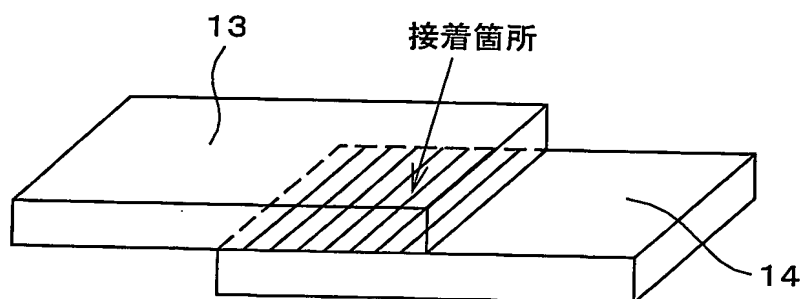
第5図



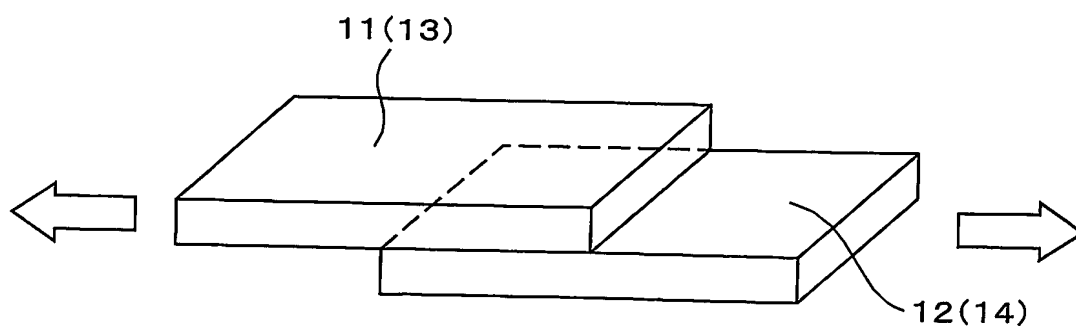
第6図A



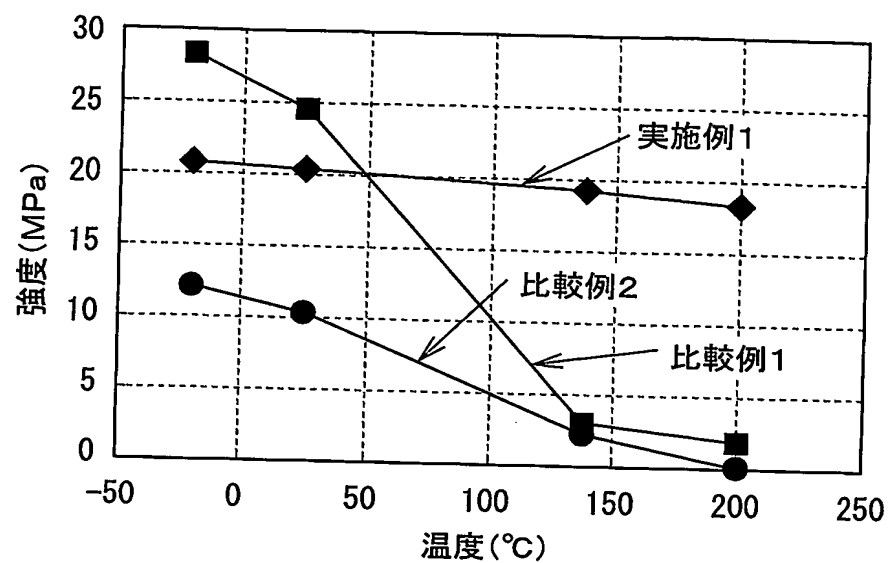
第6図B



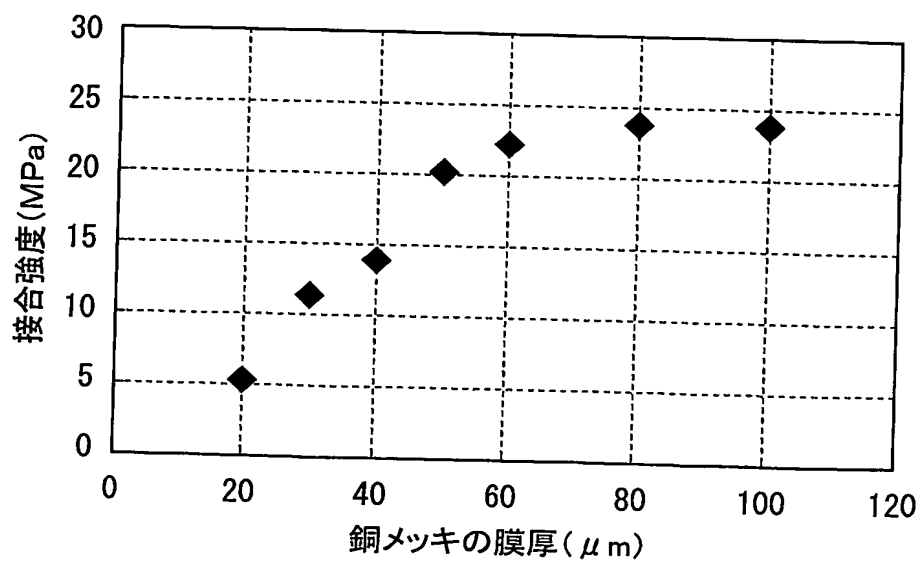
第6図C



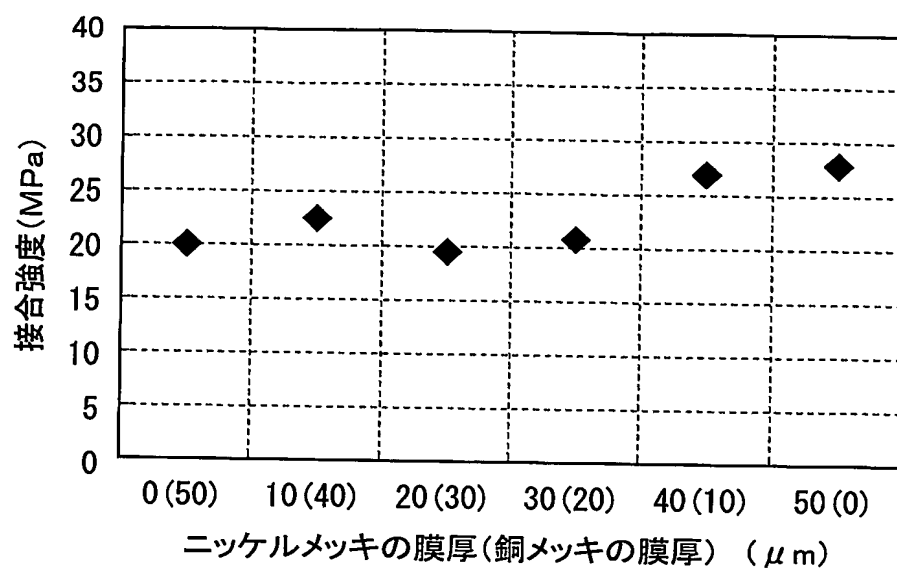
第7図



第8図



第 9 図



(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 8 月 12 日 (12.08.2004)

PCT

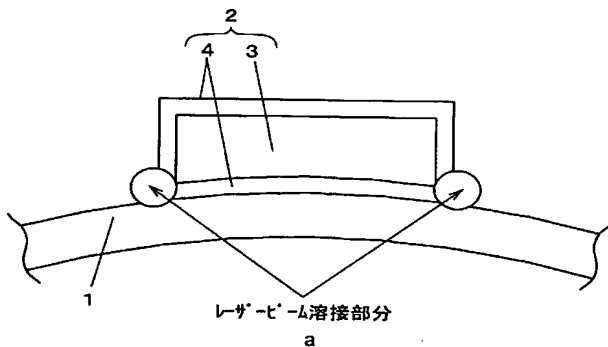
(10) 国際公開番号
WO 2004/068673 A3

- (51) 国際特許分類: H02K 1/27, 15/03
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/000452
- (22) 国際出願日: 2004 年 1 月 21 日 (21.01.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-018854 2003 年 1 月 28 日 (28.01.2003) JP
特願2003-023179 2003 年 1 月 31 日 (31.01.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 本田技研工業株式会社 (HONDA MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1078556 東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 清水 治彦 (SHIMIZU, Haruhiko) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央一丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 喜多 晃義 (KITA, Teruyoshi) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央一丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 東 孝之 (HIGASHI, Takayuki) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央一丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 室賀 茂樹 (MUROGA, Shigeki) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央一丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 末成 幹生 (SUENARI, Mikio); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目 6 番 1 3 号 アサコ京橋ビル 3 階 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: ROTOR FOR PERMANENT MAGNET MOTOR

(54) 発明の名称: 永久磁石式モータ用ロータ



a...LASER BEAM WELDED PORTIONS

(57) Abstract: A permanent magnet (3) is welded to a rotor yoke (1) by beam welding, with a metal film (4) interposed therebetween. The portion of the metal film (4) to which a vacuum beam or a laser beam is applied is melted and serves as a brazing filler material of the welding. Thus, the joint between the permanent magnet (3) and the rotor yoke (1) is strengthened. It is unnecessary to embed the permanent magnet (3) in the rotor yoke (1) and to use any adhesive of a polymer. Therefore, the cost can be reduced.

(57) 要約:

永久磁石 3 とロータヨーク 1 との間に金属膜 4 を介在させ、ビーム溶接により接合を行う。永久磁石 3 とロータヨーク 1 との間に金属膜 4 を介在させることで、真空ビームやレーザービーム等により、ビーム照射部分の金属膜 4 が溶解して、溶接におけるろう材の役割を担うことから、永久磁石 3 とロータヨーク 1 との間の接合が強固なものとなる。また、永久磁石 3 をロータヨーク 1 に埋め込む必要がなく、また高分子材料からなる接着剤を使用する必要もないので、コスト削減を図ることもできる。



(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(88) 国際調査報告書の公開日: 2004 年 10 月 28 日

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG,

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/000452

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H02K1/27, H02K15/03

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H02K1/27, H02K15/03

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 8-80015 A (Meidensha Corp.), 22 March, 1996 (22.03.96), Par. Nos. [0012] to [0020]; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-6
Y	JP 8-223835 A (Honda Motor Co., Ltd.), 30 August, 1996 (30.08.96), Par. Nos. [0013] to [0046]; Figs. 1 to 13 (Family: none)	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 June, 2004 (28.06.04)

Date of mailing of the international search report
13 July, 2004 (13.07.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl⁷ H02K 1/27,
H02K 15/03

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl⁷ H02K 1/27,
H02K 15/03

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996
日本国公開実用新案公報 1971-2004
日本国登録実用新案公報 1994-2004
日本国実用新案登録公報 1996-2004

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 8-80015 A (株式会社明電舎), 22.03.1996, 段落【0012】-【0020】, 第1-4図 (ファミリーなし)	1-6
Y	J P 8-223835 A (本田技研工業株式会社), 30.08.1996, 段落【0013】-【0046】, 第1-13図 (ファミリーなし)	1-6

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
28.06.2004

国際調査報告の発送日
13.7.2004

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
三島木 英宏

3 V 3018

電話番号 03-3581-1101 内線 3356